

日本特許庁  
JAPAN PATENT OFFICERec'd PCTO 29 SEP 2004  
PCT/JP03/04040

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 3月 29日

出願番号

Application Number:

特願2002-094834

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-094834 ]

出願人

Applicant(s):

新日本製鐵株式会社

漫録

REC'D 23 MAY 2003

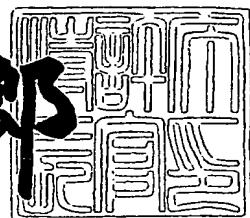
WIPO PCT

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 1月 28日

特許長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3002199

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 1023588  
 【提出日】 平成14年 3月29日  
 【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿  
 【国際特許分類】 C21D 8/00  
 C22C 38/00 301  
 C22C 38/12

## 【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術  
 開発本部内

【氏名】 熊谷 達也

## 【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術  
 開発本部内

【氏名】 岡田 忠義

## 【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100113918

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀松 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018106

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼およびその厚鋼板の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量%で、

C : 0.03~0.10%、

Si : 0.02%~0.8%、

Mn : 0.5%以下、

Al : 0.001~0.1%、

Mo : 0.3%超~1.0%、

Ti : 0.01~0.10%、

Nb : 0.01~0.20%

を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなり、Ac1変態温度が800~900°Cであって、粒子径0.005~0.2μmのMo-Nb、Mo-Ti、Mo-Nb-Tiのいずれかの複合析出物の1種あるいは2種以上が、平均粒子間隔20μm以下で鋼中に分散していることを特徴とする、常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼。

【請求項2】 質量%で、

C : 0.03~0.10%、

Si : 0.02%~0.8%、

Mn : 0.5%以下、

Al : 0.001~0.1%、

Mo : 0.1~1.0%、

Ti : 0.01~0.10%、

Nb : 0.01~0.20%、

V : 0.01~0.20%

を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなり、Ac1変態温度が800~900°Cであって、粒子径0.005~0.2μmのMo-Nb、Mo-Ti、Mo-V、Mo-Nb-Ti、Mo-Nb-V、Mo-Ti-V、Mo-Nb-

Ti-Vのいずれかの複合析出物の1種あるいは2種以上が、平均粒子間隔20μm以下で鋼中に分散していることを特徴とする、常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼。

【請求項3】 質量%で、さらに、

Cu: 0.1~2.0%、

Ni: 0.1~0.5%、

Cr: 0.1~1.0%、

B: 0.0005~0.010%

のうち1種または2種以上を含むことを特徴とする、請求項1または2に記載の常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼。

【請求項4】 質量%で、さらに、

Mg: 0.0001~0.01%、

Ca: 0.0001~0.01%、

のうち1種または2種を含むことを特徴とする、請求項1~3のいずれか1項に記載の常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼。

【請求項5】 請求項1~4のいずれか1項に記載の成分組成を有する鋼片または铸片を、1200°C以上に加熱し、930°C以下830°C以上の温度域で仕上げ板厚に対して40%以上の累積圧下率を確保する熱間圧延を行い、圧延終了後、鋼板表面の平均冷却速度が2°C/s以上の冷却を行い、冷却停止温度を450°C以下とした後に鋼板に575°C以下350°C以上の温度範囲で20分以上の焼戻し熱処理を施すことを特徴とする、常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度厚鋼板の製造方法。

【請求項6】 請求項1~4のいずれか1項に記載の成分組成を有する鋼片または铸片を、1200°C以上に加熱し、930°C以下830°C以上の温度域で仕上げ板厚に対して40%以上の累積圧下率を確保する熱間圧延を行い、圧延終了後、鋼板表面の平均冷却速度が2°C/s以上の冷却を行い、冷却停止温度をAr1点以下450°C以上とすることを特徴とする、常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度厚鋼板の製造方法。

$\text{m}^2$  超で  $800^{\circ}\text{C}$  高温特性に優れる耐火建築構造用高強度厚鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、常温降伏応力が  $455\text{ N/mm}^2$  超で  $800^{\circ}\text{C}$  までの高温強度が高く、特に、高温耐火建築構造用高強度鋼として優れた性能を發揮する鋼およびその厚鋼板の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

一般に、建築物には火災時の安全性を確保するために、火災時における鋼材表面温度が  $350^{\circ}\text{C}$  以下で使用するように耐火基準が定められており、ロックウールなどの耐火被覆が必要となる。しかし、耐火被覆施工費用は高額であり、工程も余分にかかること、さらには景観上からも、耐火被覆を完全に省略したいという要求は非常に高まっている。

【0003】

一方、昭和57年度から61年度にかけて、建設省総合技術開発プロジェクト「建築物の防火設計法の開発」の中で設けられた「耐火設計法の開発」という課題のもとで、性能型の新しい耐火設計法を具体化するための研究が行われた。その成果を受けて（建築基準法第38条に基づく認定により）、性能型の設計が可能となった結果、鋼材の高温強度と建物に実際に加わっている荷重とによって、どの程度の耐火被覆が必要かを決定できるようになり、場合によっては、無耐火被覆で鋼材を使用することも可能となった。

【0004】

こうした状況から、近年、短時間の高温強度を高めたいわゆる耐火鋼が多く開発された。特開平2-77523号公報をはじめとして、 $600^{\circ}\text{C}$  での高温降伏強度が常温時の  $2/3$  以上となる鋼材（以下、 $600^{\circ}\text{C}$  耐火鋼という。）の技術は多数開示されている。また、特開平9-209077号公報や特開平10-68015号公報などでは、 $700^{\circ}\text{C}$  での高温降伏強度が常温時の  $2/3$  となる鋼材（以下、 $700^{\circ}\text{C}$  耐火鋼という。）の技術も開示されている。

## 【0005】

しかし、600℃耐火鋼では、無耐火被覆構造が可能となるのは、比較的可燃物量が少ない立体駐車場や外部鉄骨に限られる。700℃耐火鋼でも無耐火被覆が可能となる構造物はそれほど多くはならない。これに対して耐火性能が800℃以上であれば、無耐火被覆構造が可能となる範囲の大幅な拡大が可能である。

## 【0006】

一方、現行の耐震設計法では、骨組みの変形による地震エネルギー吸收を前提としていることから、設計で想定した骨組みの崩壊形の確保や、部材の組成変形能力の確保、部材性能を十分発揮させるための接合部降伏強度や韌性の確保が必要となり、これに用いる建築構造用の鋼材には、降伏強度のばらつきの制限（つまり降伏強度の上下限の規定）や、降伏比上限の制約がある。

## 【0007】

高温強度を確保するためには、例えば、耐熱鋼で利用されるCr、Mo、Mn、Vなどの合金元素を添加する方法が一般的である。しかし、800℃というような高温においては、変態によって鋼材の組織が変化することや、炭化物などの析出物が粗大化あるいは消失して析出強化の効果が少なくなるため、耐火性能を確保するためには合金元素量が多量になり、溶接継手韌性などの溶接性を低下させ、また常温強度が高くなるため上記建築構造用鋼で規定されている降伏強度上限を上回るなどの問題が生じる。

## 【0008】

こうしたことから、従来、800℃まで無耐火被覆での設計が可能な耐火性能を有する建築構造用鋼はなかった。

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、前述のような事情を鑑みなされたもので、特に、常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800℃までの高温強度が高く、特に、高温耐火建築構造用高強度鋼として優れた性能を発揮する鋼とその厚鋼板の製造方法を提供するものである。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

上述のように、耐震性を確保するための常温降伏強度の上限規定が800°Cでの耐火鋼性能を付与するにあたってのひとつの制約である。そこで、本発明においては、耐震性に関するそうした制約を緩和できる鉄骨構造を採用することを前提とする。

## 【0011】

そのような鉄骨構造とは、主架構部材である柱や梁とは別に、損傷集中部材を有する構造であり、地震時の外部エネルギーをそこに集中させて吸収し、柱や梁の変形を弾性範囲内にとどめて柱や梁の損傷を防ぐものである。

## 【0012】

こうした構造においては、現行耐震設計法で鋼材に対して要求される常温降伏強度の上限や降伏比の上限の制限が必要でなくなる。むしろ、高い常温降伏応力を有する鋼材を用いることで、建築物の強度設計の幅が大きく広がることになる。

## 【0013】

一方、耐火設計では火災継続時間内で高い強度を維持すればよく、従来の耐熱鋼のように長時間の強度を考慮する必要はなく、比較的短時間の高温降伏強度が維持できればよい。例えば、800°Cでの保持時間が30分程度の短時間高温降伏強度が確保できれば800°C耐火鋼として十分利用できる。

## 【0014】

従来耐火鋼では、高温降伏強度が常温時の2/3となるように性能を定めていたが、鉄骨構造物の実設計範囲が常温降伏強度下限の0.2~0.4倍であることを勘案し、常温降伏強度下限比0.4以上であれば使用できるとの考えに基づき、800°C高温強度のめやすとしては、常温降伏強度下限比0.4以上とした。

## 【0015】

JIS G 3136に規定の400N/mm<sup>2</sup>クラス建築構造用圧延鋼板の常温降伏強度下限が235N/mm<sup>2</sup>であるので、800°C降伏強さの目標値下限を、その0.4倍の94N/mm<sup>2</sup>として、このような降伏強度を確保する方

法について種々検討した。

【0016】

通常、700°C未満程度の温度域での強化に利用されるCr炭化物やMo炭化物などは、800°Cといった高温では再固溶してしまうため、ほとんど強化効果を維持できない。発明者らは、高温における安定性のより高い単独あるいは複合の析出物を種々検討した。

【0017】

その結果、Moと、Nb、Tiとの複合析出物、あるいは、Moと、Nb、Ti、Vとの複合析出物は、高温における安定性が高く、800°Cにおいても高い強化効果を有することを見いだした。

【0018】

こうした複合析出物も、800°C保持中には成長粗大化して、やがて強化効果は小さくなるが、非常に微細かつ高密度に分散して存在する場合、具体的には、粒子径0.005~0.2μmのMoと、Nb、Tiとの複合析出物あるいはMoと、Nb、Ti、Vとの複合析出物が平均粒子間隔20μm以下で鋼中に分散していれば、30分程度の保持時間内においては、上記の800°C降伏強さ目標値を十分得ることができる。

【0019】

なお、析出物の存在状態については電子顕微鏡により5万倍で10視野を観察し、析出物の同定、粒子径の測定、および平均粒子間隔の測定を行うものとする。

【0020】

しかし、析出物自体は安定であっても、温度上昇によって素地が変態すれば析出物と素地との整合性が失われて非整合になるために、析出物による強化作用が急激に低下する。すなわち、高温でも安定な複合析出物による強化効果を利用するには、設計温度である800°Cにおいても素地組織を変態させないことが材料にとって必須となる。

【0021】

具体的には、オーステナイトフォーマーであるMnの添加量を低くするなどの

合金元素の調整によって、鋼のA c 1変態温度を800°C以上とすることが必要である。

【0022】

一方、A c 1変態温度が900°Cを超えると、圧延中に変態が進行するために析出サイトとして有効な圧延組織が得られないことから、かえって、高温強度は得にくくなる。従って、A c 1変態温度は800°C以上、900°C以下であることが必要条件である。

【0023】

また、析出物の活用によって高温強化を高める思想であるので、Cr、Mn、Moなど従来高温用鋼に多く添加されていた合金元素の添加量はむしろ低く抑えができるので、溶接性を低下させない合金設計が可能である。

【0024】

本発明の要旨は以下の通りである。

【0025】

(1) 質量%で、C:0.03~0.10%、Si:0.02%~0.8%、Mn:0.5%以下、Al:0.001~0.1%、Mo:0.3%超~1.0%、Ti:0.01~0.10%、Nb:0.01~0.20%を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなり、A c 1変態温度が800~900°Cであって、粒子径0.005~0.2μmのMo-Nb、Mo-Ti、Mo-Nb-Tiのいずれかの複合析出物の1種あるいは2種以上が、平均粒子間隔20μm以下で鋼中に分散していることを特徴とする、常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼。

【0026】

(2) 質量%で、C:0.03~0.10%、Si:0.02%~0.8%、Mn:0.5%以下、Al:0.001~0.1%、Mo:0.1~1.0%、Ti:0.01~0.10%、Nb:0.01~0.20%、V:0.01~0.20%を含有し、残部Feおよび不可避的不純物からなり、A c 1変態温度が800~900°Cであって、粒子径0.005~0.2μmのMo-Nb、Mo-Ti、Mo-Nb-Ti、Mo-Nb-V、Mo-Ti-V、Mo

-Nb-Ti-Vのいずれかの複合析出物の1種あるいは2種以上が、平均粒子間隔20μm以下で鋼中に分散していることを特徴とする、常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼。

## 【0027】

(3) 質量%で、さらに、Cu:0.1~2.0%、Ni:0.1~0.5%、Cr:0.1~1.0%、B:0.0005~0.010%のうち1種または2種以上を含むことを特徴とする、上記(1)または(2)に記載の常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼。

## 【0028】

(4) 質量%で、さらに、Mg:0.0001~0.01%、Ca:0.0001~0.01%、のうち1種または2種を含むことを特徴とする、上記(1)~(3)のいずれかに記載の常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼。

## 【0029】

(5) 上記(1)~(4)のいずれかに記載の成分組成を有する鋼片または铸片を、1200°C以上に加熱し、930°C以下830°C以上の温度域で仕上げ板厚に対して40%以上の累積圧下率を確保する熱間圧延を行い、圧延終了後、鋼板表面の平均冷却速度が2°C/s以上の冷却を行い、冷却停止温度を450°C以下とした後に鋼板に575°C以下350°C以上の温度範囲で20分以上の焼戻し熱処理を施すことを特徴とする、常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度厚鋼板の製造方法。

## 【0030】

(6) 上記(1)~(4)のいずれかに記載の成分組成を有する鋼片または铸片を、1200°C以上に加熱し、930°C以下830°C以上の温度域で仕上げ板厚に対して40%以上の累積圧下率を確保する熱間圧延を行い、圧延終了後、鋼板表面の平均冷却速度が2°C/s以上の冷却を行い、冷却停止温度をAr1点以下450°C以上とすることを特徴とする、常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で800°C高温特性に優れる耐火建築構造用高強度厚鋼板の製造方法。

## 【0031】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明における各成分の限定理由を説明する。なお、%は質量%を意味する。

## 【0032】

Cは、Mo、Nb、Ti、Vとの複合析出物（炭化物）を形成するために必須であり、少なくとも0.03%が必要である。しかし、0.10%を超えて添加をすると、Ac1変態温度が上昇するために800°C温強度が得にくく、韌性も低下するので、0.03%以上、0.10%以下に限定する。

## 【0033】

Siは、製鋼上脱酸元素として必要な元素であり、鋼中に0.02%以上の添加が必要であるが、0.8%を超えると溶接熱影響部の韌性を低下させるので、0.8%を上限とする。

## 【0034】

Mnは、常温強度に対する強化元素であるが、高温強度にはあまり効果がない。さらに、Ac1変態温度を800°C以上とするためには、添加を抑制する必要があり、上限を0.5%とする。

## 【0035】

Alは、通常脱酸元素として添加される範囲の0.001~0.1%とする。

## 【0036】

Moは、高温強度を高める複合析出物を構成する基本元素であり、本発明鋼においては必須元素である。Moと、Nb、Tiとの複合析出物、あるいは、Moと、Nb、Ti、Vとの複合析出物を高密度に得るためにには、0.3%超の添加が必要であるが、1.0%を超えて添加すると溶接熱影響部の韌性を低下させるので、Mo添加量は0.3%超、1.0%以下とする。

## 【0037】

Nbは、高温強度を高める複合析出物の構成元素として本発明鋼においては必須元素である。800°C高温強度を高めるには0.01%以上の添加が必要である。しかし、0.20%を超えて添加すると、母材韌性を低下させる場合があるため、添加量は0.01%以上、0.20%以下とする。

## 【0038】

Tiも、高温強度を高める複合析出物の構成元素として本発明鋼においては必須元素である。800℃高温強度を高めるには0.01%以上の添加が必要である。しかし、0.10%を超えて添加すると溶接熱影響部の韌性を低下させて溶接性を低下させる場合があるため、添加量は0.01%以上、0.10%以下とする。

## 【0039】

Vは、高温強度を高める複合析出物の構成元素として有効である。800℃高温強度を高めるには0.01%以上の添加が有効である。しかし、0.20%を超えて添加すると、母材韌性を低下させる場合があるため、添加量は0.01%以上、0.20%以下とする。

## 【0040】

Cuは、析出強化元素として添加する場合には0.1%以上の添加を必要とするが、2.0%を超えて添加してもその効果は変わらないので、添加量は0.1%以上、2.0%以下とする。

## 【0041】

Niは、母材韌性を高めるために添加する場合は0.1%以上を必要とするが、Ac1変態温度を低下させるため、0.5%を超えて添加すると高温強度が低下する。したがって、Niの添加量は0.1%以上、0.5%以下の範囲とする。

## 【0042】

Crは、焼入強化元素として添加する場合には0.1%以上を要するが、1.0%を超えて添加すると、Ac1変態温度を低下させて高温強度を低下させるところから、添加量は0.1%以上、1.0%以下とする。

## 【0043】

Bは、焼入性を高め、強度を得るために添加する場合には、0.0005%以上の添加を必要とするが、0.010%を超えて添加してもその効果は変わらないので、添加量は0.0005%以上、0.010%以下とする。

## 【0044】

Mg および Ca の 1 種または 2 種を添加することにより、硫化物や酸化物を形成して母材韌性および溶接熱影響部韌性を高めることができる。この効果を得るために、Mg あるいは Ca は、それぞれ 0.0001% 以上の添加が必要である。しかし、0.01% を超えて過剰に添加すると、粗大な硫化物や酸化物が生成するためかえって韌性を低下させことがある。したがって、添加量を 0.001 ~ 0.01% とする。

## 【0045】

上記の成分の他に不可避不純物として、P、S、O は、母材韌性を低下させる有害な元素であるので、その量は少ないほうがよい。望ましくは、P は 0.02% 以下、S は 0.02% 以下、O は 0.005% 以下とする。

## 【0046】

製造方法については、Nb、Ti を十分に固溶させるために、鋼片または鋳片を 1200°C 以上の温度で溶体化処理するか、圧延時の加熱温度を 1200°C 以上とする。

## 【0047】

さらに、930°C 以下 830°C 以上の温度域で仕上げ板厚に対して 40% 以上の累積圧下率を確保する熱間圧延を行う。

## 【0048】

圧延終了後、鋼板表面の平均冷却速度が 2°C/s 以上の冷却を行い、冷却停止温度を Ar1 点以下 450°C 以上とするか、あるいは、冷却停止温度を 450°C 以下とした後に鋼板に 575°C 以下 350°C 以上の温度範囲で 20 分以上の焼戻し熱処理を施す。

## 【0049】

この目的は、適度な圧延歪を含む圧延組織を得ることにより析出物が析出可能な析出サイトを確保して、冷却停止温度を Ar1 点以下 450°C 以上とした場合には徐冷中に、冷却停止温度を 450°C 以下とした場合にはその後の焼戻し熱処理中に、微細で素地と整合な Mo と、Nb、Ti との複合析出物、あるいは、Mo と、Nb、Ti、V との複合析出物を高密度に得ることにある。

## 【0050】

930°C超の温度域での圧延では、十分な圧延歪が得られない。また、830°C未満の温度域で圧延を行うと、圧延中に加工誘起析出によって結晶粒界に析出物が析出するため、微細で素地と整合な複合析出物を得にくくなる。

【0051】

また、請求項1～4のいずれかに記載の鋼は、厚鋼板の他、鋼管、薄鋼板、形鋼などの鋼材としても、十分に本発明の効果を享受可能である。

【0052】

【実施例】

表1および表2に示す成分組成の鋼を溶製して得られた鋼片を、表3および表4に示す製造条件にて12～50mm厚さの鋼板とした。これらのうち、1-A～14-N（表3）は本発明例であり、15-O～33A（表4）は比較例である。

【0053】

【表1】

鋼材	化学組成(質量%)													$A_{C1}$ 温度 (°C)					
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	Nb	Ti	V	B	Mo	Ca	N	O	
A	0.04	0.28	0.22	0.006	0.004			0.84	0.04	0.11	0.02					0.006	0.0012	821	
B	0.05	0.08	0.44	0.011	0.007			0.64	0.02	0.01	0.09					0.005	0.0039	815	
C	0.03	0.31	0.18	0.017	0.005			0.47	0.006	0.17	0.01					0.004	0.0024	847	
D	0.06	0.45	0.29	0.008	0.016			0.41	0.08	0.07	0.03	0.06				0.003	0.0024	831	
E	0.07	0.11	0.25	0.011	0.001			0.58	0.06	0.04	0.09	0.024				0.006	0.0038	844	
F	0.07	0.44	0.09	0.008	0.007			0.91	0.04	0.08	0.03					0.005	0.0024	850	
G	0.04	0.24	0.31	0.009	0.011			0.55	0.03	0.05	0.04	0.04				0.004	0.0019	845	
H	0.03	0.07	0.22	0.017	0.008			0.43		0.35	0.04	0.07	0.03			0.005	0.0031	826	
I	0.05	0.31	0.31	0.008	0.002			0.18	0.41	0.01	0.02	0.15				0.005	0.0047	870	
J	0.07	0.39	0.34	0.015	0.007					0.55	0.01	0.02	0.07	0.02			0.004	0.0027	852
K	0.08	0.42	0.29	0.005	0.009	0.84				0.39	0.02	0.11	0.02			0.008			
L	0.08	0.71	0.30	0.009	0.003					0.72	0.33	0.05	0.01	0.08	0.01		0.005	0.0029	819
M	0.05	0.66	0.28	0.016	0.011	0.21	0.19			0.67	0.07	0.04	0.07				0.003	0.0038	863
N	0.05	0.07	0.22	0.003	0.007					0.51	0.01	0.06	0.03	0.06	0.0012	0.0025	0.003	0.0029	833

【0054】

【表2】

表2

鋼 材 比 較 鋼	化学組成 (質量%)													A <sub>et</sub> 温度 (°C)				
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	Nb	Ti	V	B	Mg	Ca	N	O
O	0.01	0.54	0.21	0.003	0.009				0.64	0.05	0.08	0.07				0.004	0.0025	875
P	0.12	0.42	0.28	0.009	0.005				0.57	0.03	0.02	0.05				0.003	0.0021	775
Q	0.08	0.28	0.34	0.009	0.015				0.88	0.01	0.07	0.05				0.003	0.0029	897
R	0.07	0.37	0.68	0.006	0.003				0.67	0.06	0.04	0.05				0.004	0.0025	742
S	0.08	0.67	0.41	0.006	0.004				0.04	0.04	0.06	0.05				0.002	0.0040	810
T	0.07	0.28	0.33	0.004	0.003				1.49	0.06	0.06	0.03				0.005	0.0035	820
U	0.08	0.64	0.38	0.009	0.006				0.81	0.05	0.06	0.03				0.003	0.0029	807
V	0.05	0.50	0.47	0.006	0.005				0.68	0.04	0.22	0.04				0.004	0.0037	847
W	0.04	0.41	0.22	0.008	0.009				0.56	0.08	0.08	0.06				0.002	0.0025	836
X	0.05	0.64	0.20	0.012	0.007				0.48	0.05	0.11	0.17				0.005	0.0031	871
Y	0.08	0.50	0.43	0.004	0.006				0.66	0.03	0.09	0.09	0.24			0.004	0.0029	871
Z	0.05	0.08	0.28	0.011	0.003	0.024			0.34	0.04	0.06	0.06				0.005	0.0030	779
AA	0.04	0.29	0.31	0.010	0.012				1.29	0.64	0.09	0.03	0.03			0.005	0.0029	790
AB	0.07	0.28	0.29	0.005	0.011				0.45	0.06	0.07	0.02	0.019			0.004	0.0041	812
AC	0.07	0.35	0.24	0.007	0.001				0.41	0.02	0.04	0.06	0.018			0.004	0.0021	809

【0055】

表3 および表4 中の複合析出物の平均粒子間隔は、それぞれ5万倍の電子顕微

鏡写真10枚から、粒子径0.005~0.2  $\mu$ mのMo-Nb、Mo-Ti、Mo-V、Mo-Nb-Ti、Mo-Nb-V、Mo-Ti-V、Mo-Nb-Ti-Vいずれかの複合析出物をすべて測定し、その平均粒子間隔を測定したるものである。

【0056】

【表3】

表3

製造 条件 No.	鋼 材	圧延時の 圧延温度 (°C)	930°C以下 850°C以上での 累積圧下率 (%)		冷却速度 (°C/sec)	水冷停止 温度 (°C)	焼戻し 温度 (°C)	板厚 (mm)	複合析出物の 平均粒子間隔 (μm)	常温(25°C) 降伏強さ (N/mm <sup>2</sup> )	800°C 降伏強さ (N/mm <sup>2</sup> )	母材耐性 vE=20 (°C)	溶接熱影響部 塑性 vE=20 (J)
			930°C以上での 累積圧下率 (%)	850°C以下での 累積圧下率 (%)									
1	A	1250	54	33	550		20	11	517	142	118	59	
2	B	1200	55	15	350	475	50	8	475	123	206	71	
3	C	1230	61	33	200	525	20	12	610	151	98	43	
4	D	1200	57	29	475		20	8	321	144	224	57	
5	E	1230	45	29	250	550	20	9	558	144	198	62	
6	F	1250	45	44	200	500	12	14	534	130	154	108	
7	G	1230	45	21	200	500	30	11	498	129	203	102	
8	H	1200	60	8	200	475	30	5	462	96	121	98	
9	I	1230	50	24	575		25	8	575	149	96	57	
10	J	1200	55	30	550		25	7	475	122	187	79	
11	K	1250	51	34	300	500	20	7	492	118	124	98	
12	L	1250	48	16	200	475	50	6	480	108	201	49	
13	M	1220	47	26	200	500	25	9	505	128	185	61	
14	N	1230	55	31	200	525	20	11	539	140	101	74	

【0057】

【表4】

製造 条件 No.	鋼 材 種 別	圧延時の 加熱温度 (°C)	930°C以下 の 累積圧下率 (%)		冷却速度 (°C/sec)	水冷停止 温度 (°C)	焼戻し 温度 (°C)	板厚 (mm)	複合析出物の 平均粒子間隔 (μm)	半温(25°C) 降伏強さ (N/mm <sup>2</sup> )	800°C 降伏強さ (N/mm <sup>2</sup> )	短柱韧性 vE-20 (°C)	溶接影響部 韧性 vE-20 (J)
			930°C以上での 累積圧下率 (%)	930°C以下での 累積圧下率 (%)									
15	O	1220	52	37	200	500	25	>30	394	70	210	102	15
16	P	1230	47	26	250	500	30	15	606	68	245	102	15
17	Q	1230	51	35	250	500	20	8	605	131	52	20	15
18	R	1230	54	29	200	500	20	12	584	75	61	40	20
19	S	1230	49	33	200	500	20	>30	446	72	117	65	20
20	T	1230	51	24	200	500	25	9	555	130	60	17	15
21	U	1200	49	31	200	500	25	>30	406	69	203	102	15
22	V	1200	48	38	200	525	20	15	528	112	19	11	15
23	W	1230	50	25	200	500	30	>30	428	73	168	69	15
24	X	1250	57	29	200	500	25	8	526	104	38	10	15
25	Y	1250	48	41	200	500	20	12	479	99	20	21	15
26	Z	1250	51	32	250	500	20	10	502	68	200	105	15
27	AA	1250	55	35	200	500	20	9	496	72	42	28	15
28	AB	1250	55	35	200	525	20	16	510	105	21	14	15
29	AC	1250	55	35	200	525	20	12	551	110	19	13	15
30	A	1150	52	37	200	525	20	>30	415	99	187	65	15
31	B	1220	33	38	200	500	20	>30	455	75	110	48	15
32	B	1220	48	1	200	500	20	>30	462	71	61	33	15
33	A	1220	52	38	200	500	20	>30	459	70	52	30	15

表4

【0058】

これらの鋼板について各種特性を表3および表4に併せて示す。それぞれの表

中、下線で示すものは特許範囲を逸脱しているところ、または、各特性の目標値に達していないところである。

【0059】

常温降伏強さの下限値は $455\text{N/mm}^2$ 超、 $800^\circ\text{C}$ 降伏強さの目標値は $94\text{N/mm}^2$ である。韌性は $-20^\circ\text{C}$ におけるシャルピー衝撃試験により評価し、目標値は、吸収エネルギー値 $\text{vE}-20 \geq 27\text{J}$ とした。

【0060】

また、入熱が $5\text{kJ/mm}$ の溶接を付与し、熱影響部の最粗粒域からシャルピー衝撃試験片を採取して評価し、目標値は、やはり、 $-20^\circ\text{C}$ の吸収エネルギー値 $\text{vE}-20 \geq 27\text{J}$ とした。

【0061】

本発明例1-A～14-Nは、いずれも、 $\text{Ac1}$ 変態温度が $800^\circ\text{C} \sim 900^\circ\text{C}$ の範囲にあり、複合析出物の平均粒子間隔は $20\mu\text{m}$ 以下、常温降伏強さは $455\text{N/mm}^2$ 超、 $800^\circ\text{C}$ 降伏強さは $94\text{N/mm}^2$ 以上、母材および溶接熱影響部の $-20^\circ\text{C}$ 吸収エネルギー( $\text{vE}-20$ )は $27\text{J}$ 以上である。

【0062】

これに対し、比較例15-Oは、Cが低いため複合析出物平均粒子間隔が大きく、 $800^\circ\text{C}$ 降伏強さが低く、かつ常温降伏強度も低い。比較例16-Pは、Cが高いいため $\text{Ac1}$ 変態温度が低く、 $800^\circ\text{C}$ 降伏強さが低く、かつ、母材および溶接熱影響部韌性も低い。比較例17-Qは、Siが高いいため溶接熱影響部韌性が低い。

【0063】

比較例18-RはMnが高いため、比較例29-ZはNiが高いため、比較例30-AAはCrが高いため、それぞれ、 $\text{Ac1}$ 変態温度が低く、 $800^\circ\text{C}$ 降伏強さも低い。比較例19-SはMoが低いため、比較例21-UはNbが低いため、比較例23-WはTiが低いため、それぞれ、複合析出物平均粒子間隔が大きく、 $800^\circ\text{C}$ 降伏強度が低く、かつ常温降伏強度も低い。

【0064】

比較例20-TはMoが高いため、比較例24-XはTiが高いため、溶接熱

影響部韌性が低い。比較例22-VはNbが高いため、比較例25-YはVが高いため、比較例28-ABはMgが高いため、比較例29-ACはCaが高いため、それぞれ、母材および溶接熱影響部韌性が低い。

#### 【0065】

比較例30-Aは圧延時の加熱温度が低いため、複合析出物平均粒子間隔が大きく、800°C降伏強度が低く、かつ常温降伏強度も低い。比較例31-Bは930°C以下830°C以上の温度域での累積圧下率が低いため、比較例32-Bは冷却速度が小さいため、比較例33-Aは焼き戻し温度が高いため、それぞれ、複合析出物平均粒子間隔が大きく、800°C降伏強度が低い。

#### 【0066】

##### 【発明の効果】

本発明によれば、常温降伏応力が455N/mm<sup>2</sup>超で、800°Cまでの高温強度が高く、特に、高温耐火建築構造用高強度鋼として優れた性能を発揮する鋼およびその厚鋼板の製造方法が提供でき、その工業界への効果は極めて大きい。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 常温降伏応力が $455\text{ N/mm}^2$ 超で $800^\circ\text{C}$ 高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼およびその厚鋼板の製造方法を提供する。

【解決手段】 質量%で、C: 0.03~0.10%、Si: 0.02%~0.8%、Mn: 0.5%以下、Al: 0.001~0.1%、Mo: 0.3%超~1.0%、Ti: 0.01~0.10%、Nb: 0.01~0.20%を有し、残部Feおよび不可避的不純物からなり、Ac1変態温度が $800^\circ\text{C}$ ~ $900^\circ\text{C}$ であって、粒子径 $0.005\text{ }\mu\text{m}$ ~ $0.2\text{ }\mu\text{m}$ のMo-Nb、Mo-Ti、Mo-Nb-Tiのいずれかの複合析出物の1種あるいは2種以上が、平均粒子間隔 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下で鋼中に分散していることを特徴とする、常温降伏応力が $455\text{ N/mm}^2$ 超で $800^\circ\text{C}$ 高温特性に優れる耐火建築構造用高強度鋼、および、その製造方法。

【選択図】 なし

出願人履歴情報

識別番号 [000006655]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
氏 名 新日本製鐵株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**